

**PENENTUAN TIPE ALTERASI BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI,
MINERAGRAFI, DAN GEOKIMIA PADA DAERAH KASIMBAR, KABUPATEN
PARIGI MOUTONG, PROVINSI SULAWESI TENGAH**

Oleh :

Ainul Fatayaatis Salaamah, Yoga Aribowo*, Dian Agus Widiarso* dan Rinal Khaidar Ali**
(corresponding email: ainul_geologist09@yahoo.com)*

** Program Studi teknik Geologi Universitas Diponegoro, Semarang*

*** Tim Eksplorasi PT Erde Ressourcen*

ABSTRACT

Hydrothermal alteration is a complex process, because it involves a change in mineralogy, chemistry and texture resulting from the interaction of hydrothermal solutions with rocks in its path on certain physico-chemical conditions (Pirajno, 1992). Hydrothermal processes in certain circumstances will result a collection of certain minerals known as the set of mineral or mineral assemblage (Guilbert and Park, 1986). One evidence of hydrothermal alteration is the appearance of veins that had level of metal minerals and it is also a change on the rock side, as found in Kasimbar District, Moutong Parigi Regency, Central Sulawesi province. In the area discovered the existence of gold in the alluvium sediments that are the result of weathering schist and quartz veining. Gold is found in alluvium sediments are secondary gold or placer gold. From the research that has been done, found gold in quartz veins trapped on phyllite rocks.

This study was conducted to determine the lithology of the region, the study based on petrographic analysis, knowing the characteristics of the rock alteration found in the study area based on petrographic analysis mineragraphy, knowing the type of alteration that develops in the area of research, knowing mineralization contained in the study area. Research in Kasimbar District, Parigi Moutong Regency, Central Sulawesi Province was conducted by analyzing rock samples taken from the area. Analysis is conducted with the petrographic analysis, mineragraphy, lithology and geochemistry of the units located in the area.

Based on the results of petrographic thin section analysis of rock samples, lithology contained in Kasimbar District, Parigi Moutong Regency, Central Sulawesi Province is phyllite, granite and gneiss. Alteration characteristics of the study area is known of the characteristics quartz veins, alteration minerals characteristics and metal minerals characteristics. Quartz veins in the study area was divided into two, namely quartz veins in granite and quartz veins in metamorphic rocks (parallel and cut foliation). Characteristic alteration minerals contained in the study area is chlorite, sericite, biotite, epidote and quartz. Mineralization characteristics of the region, is study of sulphide minerals such as pyrite, bornite, and enargite; iron oxide minerals such as magnetite and hematite and the mineral element in the form of native gold (Au). Type of alteration is developed in the research area of prophylic alteration, potassic alteration, silicification alteration, and carbonization alteration. Type of mineral deposits research areas is high sulfidation epithermal deposits.

Keywords: *Petrography, Mineragraphy, Geochemistry, Quartz Veins, Mineral Alteration, Mineralization, Epithermal High Sulfidation*

I. PENDAHULUAN

Salah satu bukti adanya alterasi hidrotermal adalah kehadiran urat yang memiliki kadar mineral logam dan juga adanya ubahan pada batuan sampling. Seperti di Kecamatan Kasimbar, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah, daerah tersebut memiliki potensi emas. Ditandai dengan adanya penambangan emas yang dilakukan oleh masyarakat sekitar secara tradisional. Penelitian awal mengenai keberadaan potensi emas di daerah tersebut telah dilakukan oleh Tim Eksplorasi PT Erde Ressourcen. Dari hasil penelitian ditemukan adanya emas yang terjebak pada urat kuarsa batuan filit, dan dijumpai adanya alterasi atau ubahan pada batuan di daerah tersebut. Studi mengenai alterasi dapat diketahui dari analisis petrografi, mineragrafi dan geokimia.

II. LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di Kecamatan Kasimbar, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah. Daerah tersebut merupakan daerah IUP PT. Trio Kencana yang meliputi beberapa desa, yaitu Desa Kasimbar, Posona, Donggulu, Ranang, dan Laemanta. Luas total dari daerah penelitian adalah 15.725 Ha dengan koordinat geografis 119°55' - 120°22' BT dan 0°01' - 0°15' LU. (Gambar 1)

III. GEOLOGI REGIONAL

Secara fisiografi daerah Palu terdiri dari pematang timur dan pematang barat. Kedua pematang berarah utara-selatan dan terpisahkan oleh Lembah Palu. Stratigrafi regional yang terdapat pada Sulawesi Tengah sesuai dengan Peta Geologi Lembar Palu, terdiri dari batuan intrusi, kompleks batuan metamorfis, Formasi Tinombo Ahlburg, Molasa Celebes Sarasin dan Sarasin, alluvium dan endapan pantai. (Gambar 2)

Batuan intrusi terdiri dari intrusi andesit dan basalt kecil-kecil di semenanjung Donggala. Intrusi-intrusi ini

mungkin adalah saluran-saluran batuan vulkanik di dalam Formasi Tinombo. Intrusi-intrusi kecil umumnya terdiri dari diorit, porfir diorit, mikrodiorit dan granodiorit menerobos Formasi Tinombo.

Kompleks batuan metamorfis terdiri dari sekis amfibolit, sekis, gneiss, dan pualam. Sekis terdapat banyak di sisi barat, sedangkan gneiss dan pualam terdapat banyak di sisi timur.

Formasi Tinombo Ahlburg merupakan rangkaian yang tersingkap luas, baik di pematang timur maupun barat. Batuan ini menindih kompleks batuan metamorf secara tidak selaras. Di dalamnya terkandung rombakan yang berasal dari batuan metamorf. Endapan itu terdiri dari serpih, batupasir, konglomerat, batugamping, rijang radiolarian dan batuan gunungapi, yang diendapkan di lingkungan laut.

Molasa Celebes Sarasin dan Sarasin terdapat pada ketinggian lebih rendah pada sisi-sisi kedua pematang, menindih Formasi Tinombo dan kompleks batuan metamorf secara tidak selaras, mengandung rombakan yang berasal dari formasi-formasi lebih tua, dan terdiri dari konglomerat, batupasir, batulumpur, batugamping-koral, dan napal, yang semuanya hanya mengeras lemah.

IV. TINJAUAN PUSTAKA

4.1. Alterasi Hidrotermal

Larutan hidrotermal adalah cairan bertemperatur tinggi (100 – 500°C) sisa pendinginan magma yang mampu mengubah mineral yang telah ada sebelumnya dan membentuk mineral-mineral tertentu. Interaksi antara larutan hidrotermal dengan batuan yang dilaluinya (*wall rocks*) akan menyebabkan terubahnya mineral primer menjadi mineral sekunder (*alteration minerals*). Proses terubahnya mineral primer menjadi mineral sekunder akibat interaksi batuan dengan larutan hidrotermal disebut dengan proses alterasi hidrotermal. Beberapa faktor yang berpengaruh pada proses alterasi hidrotermal adalah :

- Temperatur dan tekanan pada saat reaksi berlangsung
- Sifat kimia larutan hidrotermal (EH, pH)
- Konsentrasi larutan hidrotermal
- Komposisi batuan sampling
- Durasi aktivitas hidrotermal
- Permeabilitas

4.2. Klasifikasi Alterasi Hidrotermal

Tipe-tipe alterasi berdasarkan himpunan mineral menurut Guilbert dan Park (1986) adalah :

1. Alterasi propilitik, dicirikan dengan mineral kunci: klorit, epidot, karbonat. Terbentuk pada temperatur 200 - 300°C, salinitas beragam, pH mendekati netral, daerah dengan permeabilitas rendah.
2. Alterasi argilik, dicirikan dengan mineral kunci: smektit, montmorilonit, illit-smektit, kaolinit. Terbentuk pada temperatur 100 - 300°C, salinitas rendah, pH asam – netral.
3. Alterasi argilik lanjut (temperatur rendah), dicirikan dengan mineral kunci: kaolinit, alunite. Terbentuk pada temperatur 180°C, pH asam.
4. Alterasi argilik lanjut (temperature tinggi), dicirikan dengan mineral kunci: pirofilit, diaspor, andalusit. Terbentuk pada temperatur 250 - 350°C, pH asam.
5. Alterasi potasik, dicirikan dengan mineral kunci: adularia, biotit, kuarsa. Terbentuk pada temperatur 250 - 350°C, salinitas tinggi, dekat dengan batuan intrusi.
6. Alterasi filik, dicirikan dengan mineral kunci: kuarsa, serisit, pirit. Terbentuk pada temperatur 230 - 400°C, salinitas beragam, pH asam – netral, zona tembus air pada batas urat.
7. Alterasi serisitik, dicirikan dengan mineral kunci: serisit (illit), kuarsa, muskovit.
8. Alterasi silisifikasi, dicirikan dengan mineral kunci: kuarsa.

4.3. Endapan Epitermal

a. Epitermal Sulfidasi Tinggi

Menurut Evans (1993) karakter endapan epitermal sulfidasi tinggi yaitu:

- Posisi tektonik dalam lingkungan penunjaman pada batas lempeng, terutama pada cekungan belakang busur,
- Dimensi endapan < 500 m,

- Mineraloginya berupa enargit, pirit, kovelit, emas murni, elektum logam dasar sulfida, garam sulfat, dan telurid,
- Mineralisasi logam berupa emas, perak dan tembaga,
- Temperatur 200°-300°C,
- Salinitas 1-6 wt. % NaCl eg.,
- Didominasi oleh air magmatik.

Hubungan antara endapan epitermal sulfidasi tinggi dan endapan epitermal sulfidasi rendah dapat dilihat pada Gambar 3.

b. Epitermal Sulfidasi Rendah

Endapan epitermal sulfidasi rendah mempunyai karakteristik yang berbeda dengan endapan epitermal sulfidasi tinggi. Karakteristik tersebut yaitu:

- Struktur regional berupa sesar, kaldera,
- Dimensi endapan berukuran kecil (< 500 m),
- Batuan induk terdiri dari andesit kalk-alkali, dasit, riadasit atau riolit,
- Mineralogi berupa pirit, emas, hematit, tennantit, molibdenum, dan tungsten,
- Alterasi yang terjadi yaitu kuarsa-adularia, karbonat, dan serisit,
- Salinitas rendah (0-5 % NaCl),
- Asal larutan dari air meteorik dan air magmatik

4.4. Analisis Petrografi

Petrografi merupakan bagian dari ilmu petrologi yang mempelajari tentang deskripsi dan klasifikasi batuan dengan menggunakan bantuan mikroskop polarisasi. Deskripsi batuan secara petrografis, hal yang penting diperhatikan adalah identifikasi tekstur batuan, struktur batuan, dan komposisi mineral batuan.

4.5. Analisis Mineragrafi

Analisis mineragrafi bertujuan untuk mendeskripsi tekstur dan kumpulan mineral bijih (*ore minerals*) dengan menggunakan mikroskop refleksi baik pada batuan sampling maupun urat kuarsa yang mengandung mineral opak (*sulfida/oksida*). Dalam analisis mineragrafi conto batuan perlu dibuat preparat yang sesuai agar analisis dapat dilaksanakan mendekati sempurna. Preparat yang digunakan dalam analisis

mineragrafi adalah sayatan poles. Sayatan poles adalah conto batuan yang diratakan salah satu permukaannya atau lebih, kemudian dibuat cetakan dengan menggunakan *Transoptic Powder*.

4.6. Analisis Geokimia AAS Flame

AAS (*atomic absorption spectrometry*) merupakan teknik yang paling banyak dipakai dalam analisis unsur tunggal standar. AAS (*atomic absorption spectrometry*) adalah suatu alat yang digunakan pada metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metalloid yang berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi oleh atom bebas.

V. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis, meliputi analisis petrografi, mineragrafi, dan geokimia. Analisis petrografi dilakukan pada 18 sayatan tipis, analisis mineragrafi dilakukan pada 16 sayatan poles, dan analisis geokimia dilakukan pada 43 sampel batuan.

VI. PEMBAHASAN

6.1. Litologi

Satuan litologi yang menyusun daerah penelitian adalah filit, granit, batugamping, andesit, dan endapan alluvial. (Gambar 4)

a. Satuan Filit

Satuan ini tersusun oleh filit, sekis mika, gneiss dan metabatulempung. Secara petrografis, filit memperlihatkan tekstur lepidoblastik-granoblastik, dengan struktur foliasi *phylitic*, komposisi mineral berupa kuarsa, klorit, biotit, serisit, dan beberapa sampel ditemukan adanya epidot. (Gambar 5)

b. Satuan Granit

Satuan ini tersusun oleh granit, granodiorit serta granit yang mengalami metamorfisme rendah dan masih menunjukkan tekstur asli. Secara petrografis granit memperlihatkan tekstur holokristalin, equigranular fanerik, dengan komposisi mineral

terdiri atas kuarsa, plagioklas, dan klorit. (Gambar 6)

c. Satuan Batugamping

Satuan ini tersusun oleh batugamping, batulempung hitam dan batupasir. Pada beberapa lokasi dijumpai batugamping kristalin. Batugamping berwarna abu-abu kemerahan, kompak, sortasi baik, tersusun material sedimen berukuran pasir halus, kalsit sangat melimpah. Penyebaran satuan batugamping adalah di daerah Peningka, Laemanta dan Donggulu.

d. Satuan Andesit

Andesit pada daerah penelitian memiliki sifat yang relatif condong ke arah basaltis dan diperkirakan merupakan tubuh intrusi. Warna abu-abu, tekstur afanitik, komposisi terdiri atas plagioklas dan kuarsa. Pada satuan granit di bagian Utara daerah penelitian, intrusi andesit sangat umum dijumpai dalam bentuk dike. (Gambar 7)

e. Satuan Endapan Aluvial

Satuan ini tersusun oleh endapan lepas yang berukuran lempung sampai pasir. Penyebaran endapan lepas ini terutama pada bagian tengah daerah penelitian yang meliputi Desa Ranang, Kasimbar dan Posona.

6.2. Karakteristik Urat Kuarsa

Urat kuarsa yang terdapat di daerah penelitian terbagi menjadi dua kategori, yaitu urat kuarsa pada granit dan urat kuarsa pada batuan metamorf dan batuan metasedimen.

a. Urat Kuarsa Pada Granit

Urat kuarsa tersebut memiliki tekstur massif. Bentuk dari urat kuarsa pada granit ini berupa vein dengan dimensi yang relatif besar dan dapat mencapai 3-5 meter. Secara umum urat kuarsa pada granit tidak memiliki mineral pengisi, hanya sebagian urat yang terisi mineral pirit dan mineral sulfida halus. Secara petrografis, urat kuarsa memperlihatkan tekstur granular, dengan bentuk anhedral, kuarsa berwarna putih, relief rendah, tidak memiliki pleokroisme, gelap

bergelombang, berukuran 0,2-1 mm, kelimpahan 80-100%. (Gambar 8)

b. Urat Kuarsa Pada Batuan Metamorf dan Batuan Metasedimen

Urut kuarsa pada batuan metamorf dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu urat kuarsa yang sejajar foliasi dan urat kuarsa yang memotong foliasi. Urat kuarsa yang sejajar foliasi memiliki bentuk melensa atau *boudin* juga biasa disebut dengan *sigmoidal quartz vein* dan tidak menerus, panjang urat kuarsa tersebut bervariasi dari 1 - 30 cm dengan tebal 1 - 20 cm. Arah urat kuarsa dan foliasi relatif berarah barat-laut tenggara dan barat daya-timur laut, arah tersebut sejajar dengan arah struktur utama yang berkembang di daerah penelitian. Secara petrografi, urat kuarsa tersebut memperlihatkan tekstur granular, dengan bentuk anhedral. Mineral kuarsa berwarna putih, bentuk anhedral, gelapan bergelombang, berukuran 0,2-1 mm. (Gambar 9)

6.3. Karakteristik Mineral Alterasi

Dari hasil pengamatan petrografi dijumpai beberapa mineral ubahan yaitu, klorit, serisit, biotit, epidot, dan kuarsa. Mineral klorit berwarna hijau pada nikol sejajar dan berwarna hijau gelap (hijau kehitaman) pada nikol bersilang, bentuk tabular, relief rendah, dan gelapan miring. Mineral klorit terbentuk dari dekomposisi Fe-Mg. Klorit terbentuk pada suhu 120°C hingga 320°C (Lawless, dkk., 1998).

Mineral serisit tidak berwarna pada nikol sejajar dan berwarna merah orde I pada nikol bersilang, bentuk pipih berserabut. Serisit merupakan ubahan dari komposisi asli batuan (umumnya plagioklas), juga pada metamorfisme kontak atau regional. Lingkungan fisikokimia pembentukan mineral serisit mendekati pH netral hingga sedikit asam, dengan suhu > 270°C.

Mineral biotit berwarna coklat pada nikol sejajar dan berwarna coklat kehitaman pada nikol bersilang, relief rendah, bentuk tabular-pipih, pleokroisme

kuat, gelapan sejajar. Biotit berasal dari hornblend, piroksen atau mineral mafik lainnya yang telah teralterasi lanjut. Biotit terbentuk pada suhu diatas 300°C.

Mineral epidot tidak berwarna pada nikol sejajar dan berwarna hijau kemerahan pada nikol bersilang, bentuk prismatic, belahan 2 arah, gelapan miring. Mineral epidot terbentuk dari ubahan mineral hornblend dan piroksen. Epidot terbentuk pada suhu 240°C hingga 340°C (Lawless, dkk., 1998).

Mineral kuarsa memperlihatkan tekstur granular, dengan bentuk anhedral, relief rendah, dan gelapan bergelombang. Pada sebagian urat kuarsa terlihat adanya ubahan yang ditandai dengan adanya mineral biotit dan epidot. Kuarsa merupakan penciri alterasi silisifikasi. Kuarsa dapat terbentuk pada suhu 100°C hingga 360°C, pada pH asam atau pH netral (Morrison, 1997).

6.4. Karakteristik Mineralisasi

Dari hasil pengamatan mineragrafi ditemukan beberapa mineralisasi, yaitu mineral sulfida berupa pirit, bornit, dan enargit; mineral oksida besi berupa magnetit dan hematit; dan mineral dalam bentuk *native element* yaitu emas (Au). Serta dari analisis geokimia AAS ditemukan perak (Ag).

Mineral pirit secara megaskopis dicirikan dari warnanya yang kuning keemasan dengan kilap logam. Pada pengamatan mineragrafi, mineral ini berwarna kuning, tidak menunjukkan pleokroisme, bentuk euhedral, ukuran 0,1 – 0,5 mm, membentuk urat pirit tipis, warna interferensi gelap, dan isotropik kuat. (Gambar 10)

Mineral enargit pada pengamatan mineragrafi berwarna abu-abu medium, tidak menunjukkan pleokroisme, bentuk euhedral, ukuran 0,1 – 0,6 mm, warna interferensi gelap, isotropik. (Gambar 11)

Mineral bornit pada pengamatan mineragrafi, berwarna ungu kebiru-biruan tidak menunjukkan pleokroisme, bentuk subeuhedral, ukuran 0,05 – 0,1 mm, warna

interferensi coklat kemerah-merahan, anisotropik sangat lemah. (Gambar 12)

Mineral magnetit pada pengamatan mineragrafi, berwarna abu-abu medium, tidak menunjukkan pleokroisme, bentuk euhedral, ukuran 0,1-1,5 mm, warna interferensi gelap, isotropik. (Gambar 13)

Mineral hematit pada pengamatan mineragrafi, berwarna abu-abu, tidak menunjukkan pleokroisme, bentuk anhedral, prismatic, ukuran 0,1-1 mm, warna interferensi gelap, isotropik. (Gambar 14)

Mineral emas secara megaskopis tidak terlihat, namun pada pengamatan mineragrafi ditemukan adanya mineral emas. Pada pengamatan mineragrafi, berwarna kuning cerah, tidak menunjukkan pleokroisme, bentuk subhedral, ukuran 0,05 mm, warna interferensi kuning gelap, isotropik. (Gambar 15)

Unsur perak (Ag) diketahui dari analisis geokimia dengan rentang nilai kadar antara 1 – 9 ppm.

6.5. Zonasi Tipe Alterasi Hidrotermal

Tipe alterasi yang terdapat di daerah penelitian, yaitu Alterasi Propilitik, Alterasi Potasik, Alterasi Silisifikasi, dan Alterasi Karbonisasi. Peta Zona Alterasi dapat dilihat pada Gambar 16.

a. Alterasi Propilitik

Alterasi propilitik dicirikan adanya mineral klorit dengan kelimpahan yang dominan, disertai mineral asesoris berupa mineral epidot, serisit, dan biotit. Secara petrografis terlihat pada Gambar 17.

b. Alterasi Potasik

Alterasi potasik dicirikan dengan adanya mineral biotit sekunder yang melimpah. Mineral klorit dan epidot juga hadir dalam alterasi ini, secara petrografis terlihat pada Gambar 18.

c. Alterasi Silisifikasi

Alterasi silisifikasi dicirikan dengan adanya urat kuarsa. Secara petrografis terlihat pada Gambar 19.

d. Alterasi Karbonisasi

Alterasi karbonisasi dicirikan oleh pengkayaan karbon pada batuan samping. Jenis alterasi ini umum dijumpai pada metasedimen dan filit. Secara megaskopis alterasi ini ditunjukkan oleh warna hitam pekat pada sekitar urat kuarsa, terlihat pada Gambar 20.

6.6. Hubungan Antara Litologi, Alterasi, dan Mineralisasi

Litologi yang terdapat di daerah penelitian berupa filit, granit, batugamping, andesit dan endapan aluvium. Pada filit dan granit dijumpai urat kuarsa yang memotong batuan tersebut, dan dijumpai urat kuarsa yang sejajar foliasi pada filit. Berdasarkan hal tersebut dapat diinterpretasi bahwa larutan hidrotermal yang berperan dalam proses alterasi di daerah penelitian adalah larutan hidrotermal sisa pendinginan magma dari batuan andesit. Larutan hidrotermal tersebut mengubah granit dan filit tidak secara keseluruhan, hanya pada zona dekat dengan intrusi andesit dan zona di sekitar urat kuarsa. Larutan hidrotermal tersebut menghasilkan alterasi dan mineralisasi.

6.6. Penentuan Tipe Endapan

Berdasarkan karakteristik tersebut yang telah dijelaskan diatas dan dibandingkan dengan karakteristik endapan menurut Evans (1993), maka diinterpretasi tipe endapan mineral di Kecamatan Kasimbar, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah adalah Endapan Epitermal Sulfidasi Tinggi. Jika dibandingkan dengan model endapan epitermal menurut Corbett (1992), terlihat modelnya seperti pada Gambar 21. dan dibandingkan dengan penampang endapan epitermal sulfidasi tinggi dan porfiri menurut Arribas (1995) terlihat pada Gambar 22.

VII. KESIMPULAN

1. Tipe urat kuarsa di daerah penelitian dibagi menjadi dua, yaitu :
 - Urat kuarsa pada granit
 - Urat kuarsa pada batuan metamorf (sejajar dan memotong foliasi)

2. Tipe alterasi yang berkembang di daerah penelitian yaitu alterasi propilitik, alterasi potasik, alterasi silisifikasi, dan alterasi karbonisasi.
3. Mineralisasi yang terdapat di daerah penelitian yaitu mineral sulfida berupa pirit, bornit, dan enargit; mineral oksida besi berupa magnetit dan hematit; dan mineral dalam bentuk *native element* yaitu emas (Au).
4. Berdasarkan karakteristik alterasi dan mineralisasinya, maka diinterpretasi tipe endapan mineral di Kecamatan Kasimbar, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah adalah Endapan Epitermal Sulfidasi Tinggi.

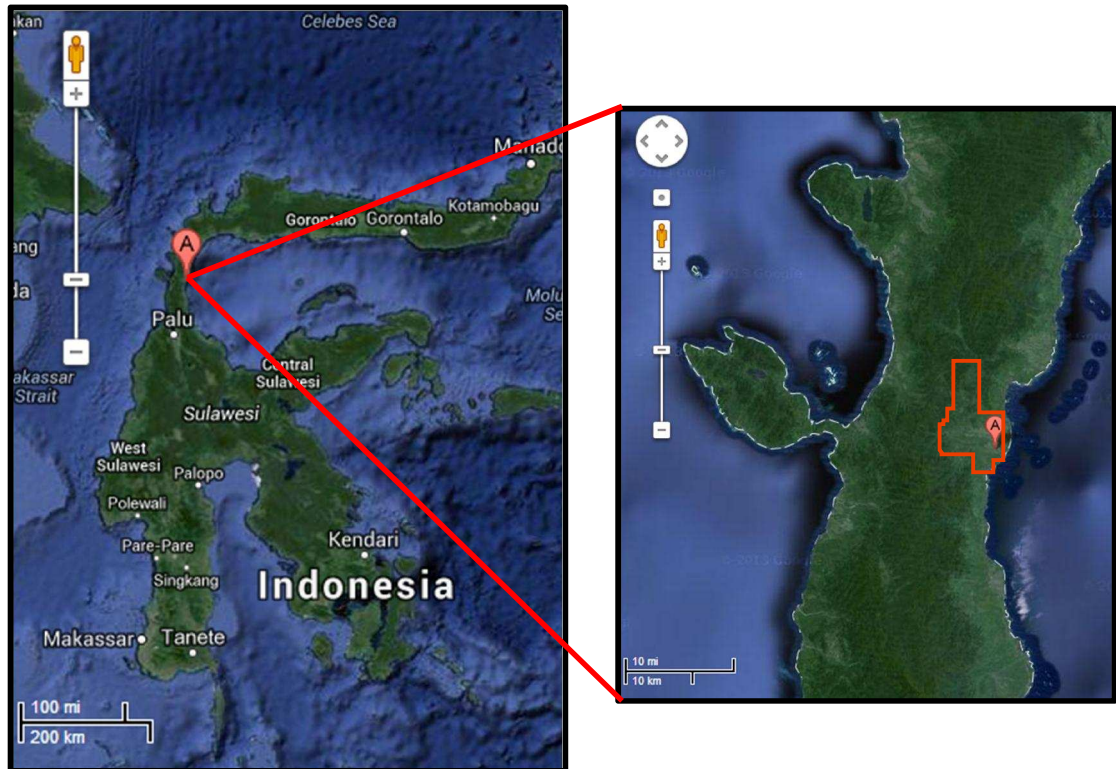
VIII. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya sampaikan kepada Bapak Rinal Khaidar Ali selaku Tim Eksplorasi PT Erde Ressourcen yang telah memberikan izin kepada saya untuk dapat melakukan penelitian dan telah membimbing saya dari awal hingga akhir, Bapak Yoga Aribowo dan Bapak Dian Agus Widiarso selaku pembimbing yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penulisan hasil penelitian ini, dan kepada seluruh pihak yang telah mendukung saya selama melaksanakan penelitian hingga selesai.

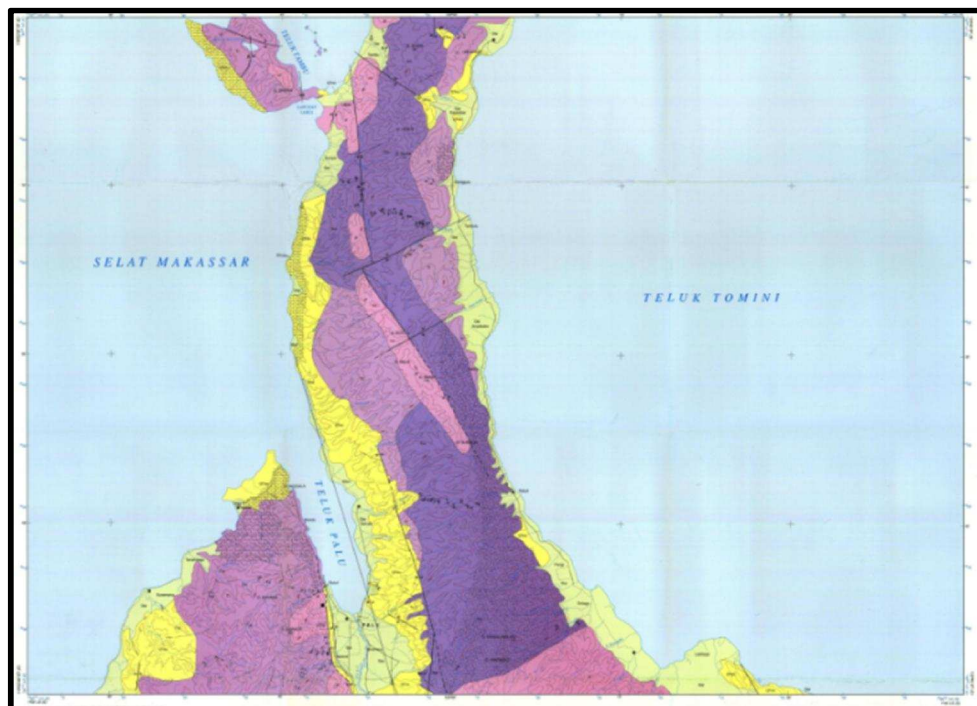
DAFTAR PUSTAKA

- Arribas, Antonio. 1995. *Characteristic of High-Sulfidation Epithermal Deposits, and Their Relation to Magmatic Fluid*. Japan : Mineral Resources Department, Geological Survey of Japan.
- Corbett, G.J. dan Leach, T.M. 1998. *Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization*. Southwest Pacific : SEG Special Publication No. 6.
- Evans, Anthony M. 1993. *Ore Geology and Industrial Minerals*. UK : Blackwell Science.
- Guilbert, J.M. dan Park, C.F. Jr. 1986. *The Geology of Ore Deposits*. New York : W.H. Freeman and Company.
- Hedenquist, Jeffry W dan Reid, Frank. 1984. *Epithermal Gold Models For Exploration*. Australia : The Earth Resource Foundation, The University of Sydney.
- Lawless, J.V., White, P.J., Bogie, I., Paterson, L.A., Cartwright, A.J. 1998. *Hydrothermal Mineral Deposits in The Arc Setting : Exploration Based on Mineralization Models*. UK : Kingston Morrison Mineral Service.
- Lowell, J.D. dan Guilbert, J.M. 1970. *Lateral and Vertical Alteration Mineralization Zoning in Porphyry Ore Deposits*: Economic Geology, volume ke-65.
- Morrison, Kingston. 1997. *Important Hydrothermal Minerals and Their Significance*. UK : Geothermal and Minerals Service Division Limited, Edisi keenam.
- Sukanto, Sumadirdja, Suptandar, Hardjoprawiro, dan Sudana. 1973. *Peta Geologi Lembar Palu, Sulawesi*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Soeria-Atmadja, R., Priadi, B., van Leeuwen, T.M., Kavalieris, I. 1999. *Tectonic Setting of Porphyry Cu-Au, Mo and Related Mineralization Associated with Constructed Neogene Magmatism in The Western Sulawesi Arc, The Island Arc*: 8, 47-55.
- Sutarto. 2004. *Petunjuk Praktikum Endapan Mineral Edisi Kedua*. Yogyakarta : Teknik Geologi UPN Veteran.
- White, Noel dan Hedenquist, W. 1995. *Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics And Exploration*. SEG Newsletter No. 23, pp. 1, 9-13.
- William, H., Turner, F.J., Gilbert, C.M. 1954. *Petrography, an Introduction to The Study of Rocks In Thin Section*, 2nd ed. San Fransisco : W.H. Freeman and Company.

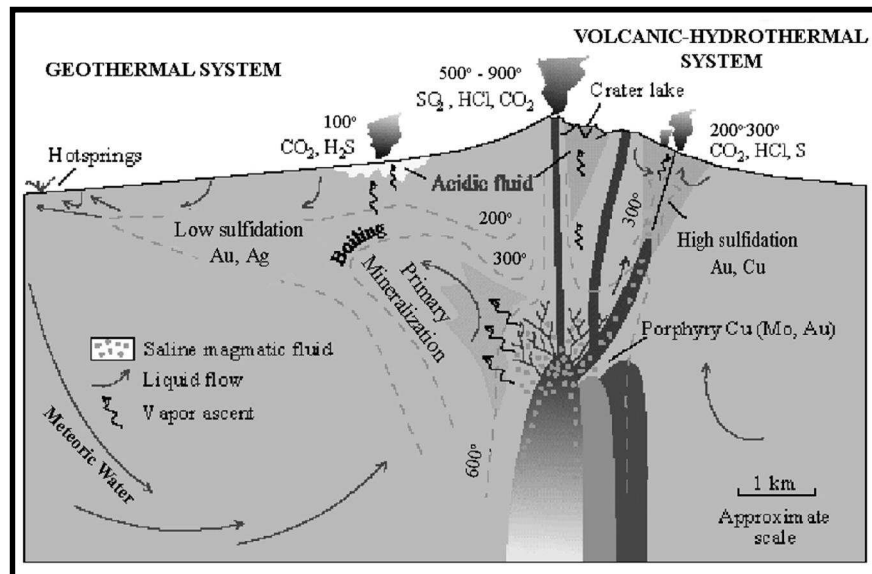
LAMPIRAN GAMBAR



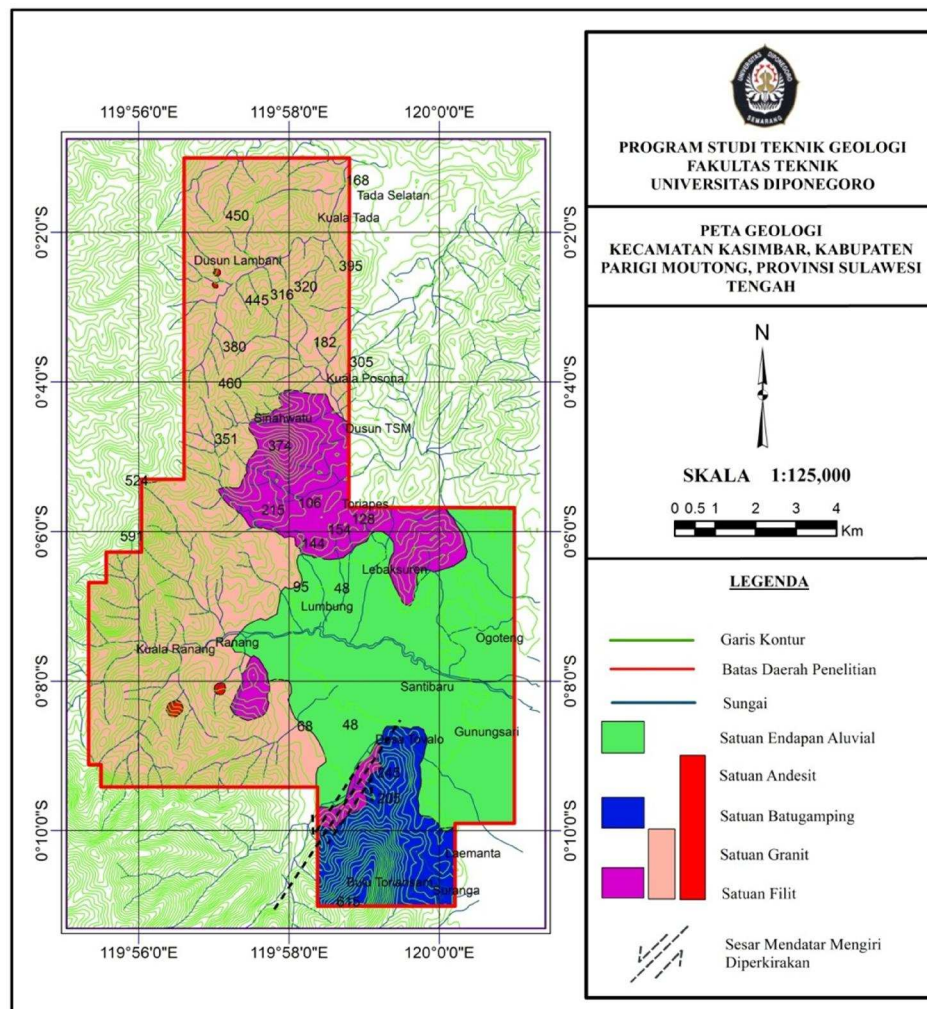
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Kecamatan Kasimbar, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah



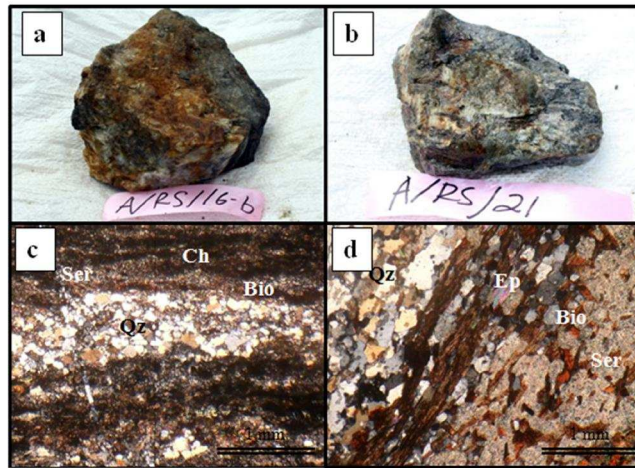
Gambar 2.1. Peta Geologi Lembar Palu, Sulawesi (Sukamto, dkk, 1973)



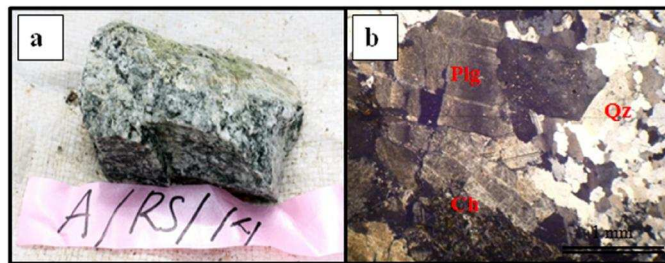
Gambar 3. Hubungan endapan epitermal sulfidasi tinggi dan sulfidasi rendah (Hedenquist dkk., 1996)



Gambar 4. Peta Geologi Kecamatan Kasimbar, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah



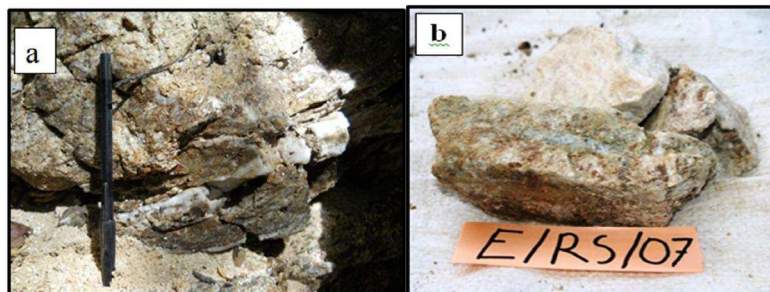
Gambar 5. (a) dan (b) Kenampakan megaskopis filit sampel A/RS/16B; (b) Kenampakan megaskopis filit sampel A/RS/21; (c) Kenampakan petrografis filit sampel A/RS/16B; (d) Kenampakan petrografis filit sampel A/RS/21



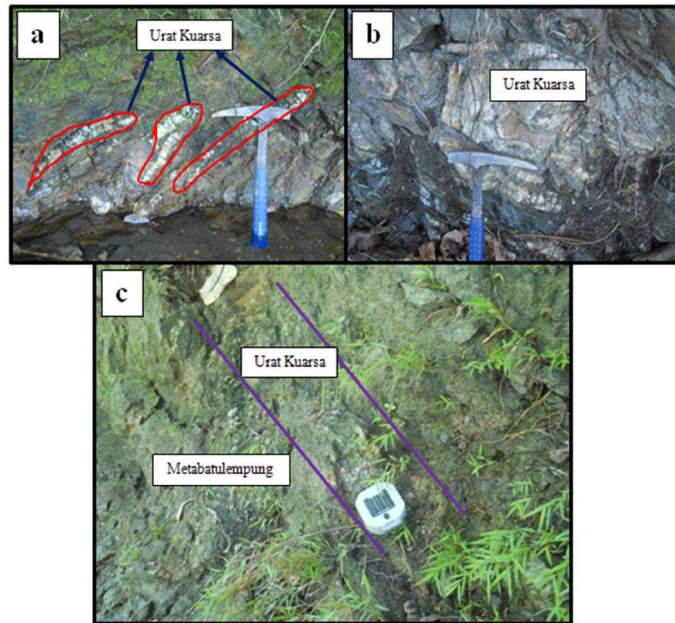
Gambar 6. (a) Kenampakan megaskopis Granit A/RS/14; (b) Kenampakan petrografis sampel A/RS/14



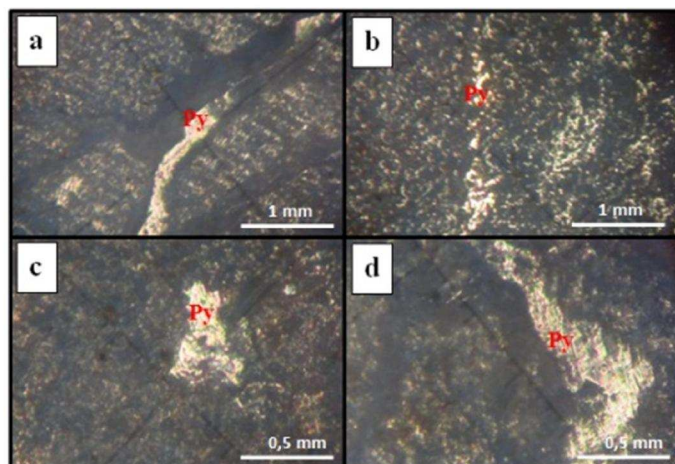
Gambar 7. (a) Dike andesit di daerah Lambani (b) Singkapan andesit pada alur sungai di daerah Laemanta
(Sumber : PT Erde Ressourcen)



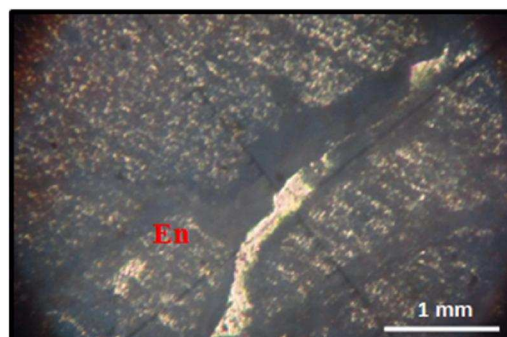
Gambar 8. (a) Singkapan urat kuarsa pada granit di pinggir sungai di daerah Tada Selatan; (b) Sampel urat kuarsa pada granit dengan mineral pengisi pirit dan sulfida halus
(Sumber : PT Erde Ressourcen)



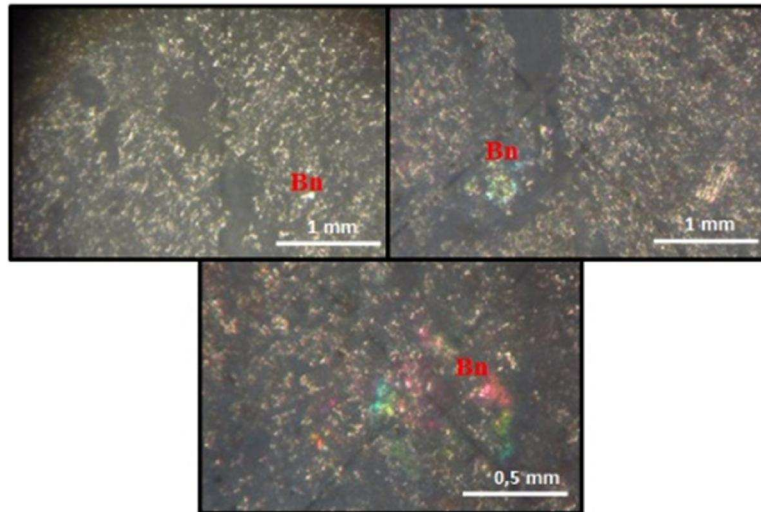
Gambar 9. Urat kuarsa yang sejajar arah foliasi (a) di Daerah Tovalo; (b) di Daerah Sialopang; (c) Urat kuarsa yang memotong foliasi dan menerus di Daerah Tovalo.
(Sumber : PT Erde Ressorcen)



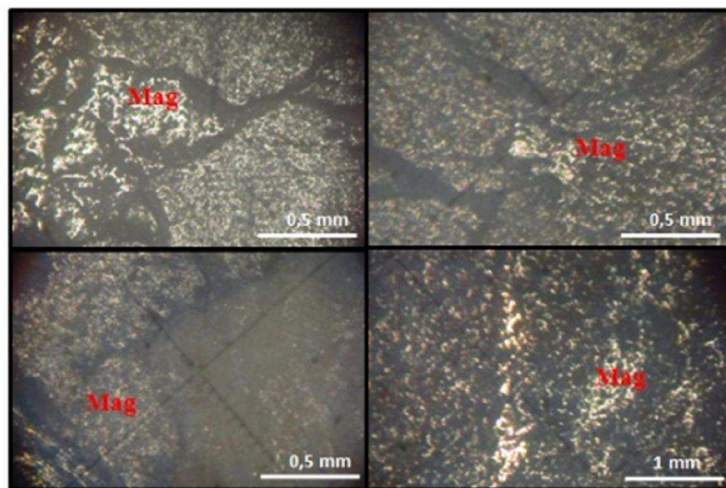
Gambar 10. Kenampakan mineral pirit pada mineragrafi (a) sampel D/RS/14A; (b) sampel C/RS/19; (c) sampel D/RS/21; (d) sampel D/RS/16



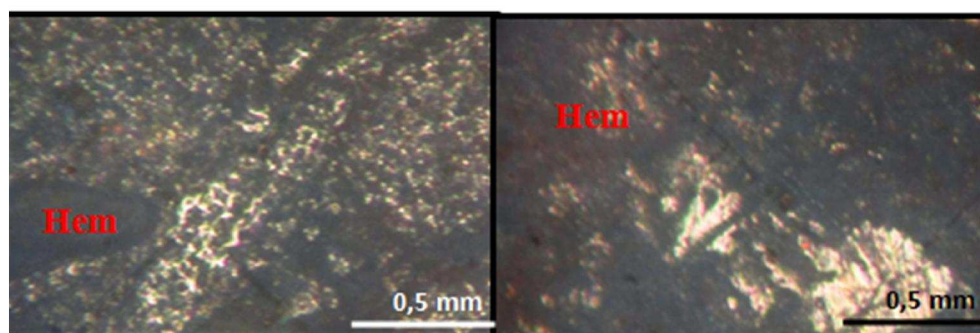
Gambar 11. Kenampakan mineral enargit pada mineragrafi sampel D/RS/14A



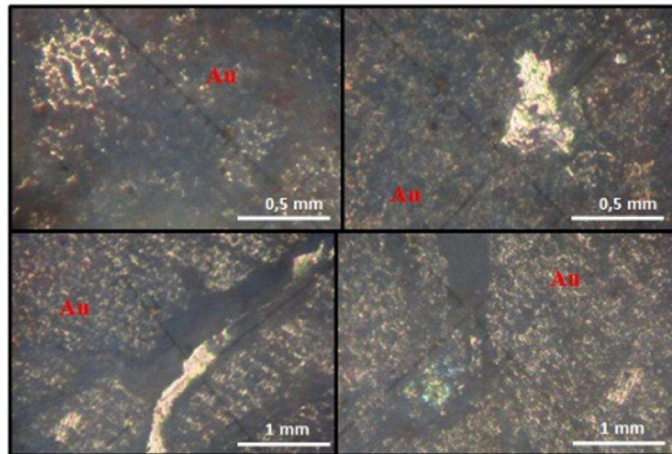
Gambar 12. Kenampakan mineral bornit pada mineragrafi (a) sampel C/RS/06; (b) sampel B/RS/05; (c) sampel D/RS/21



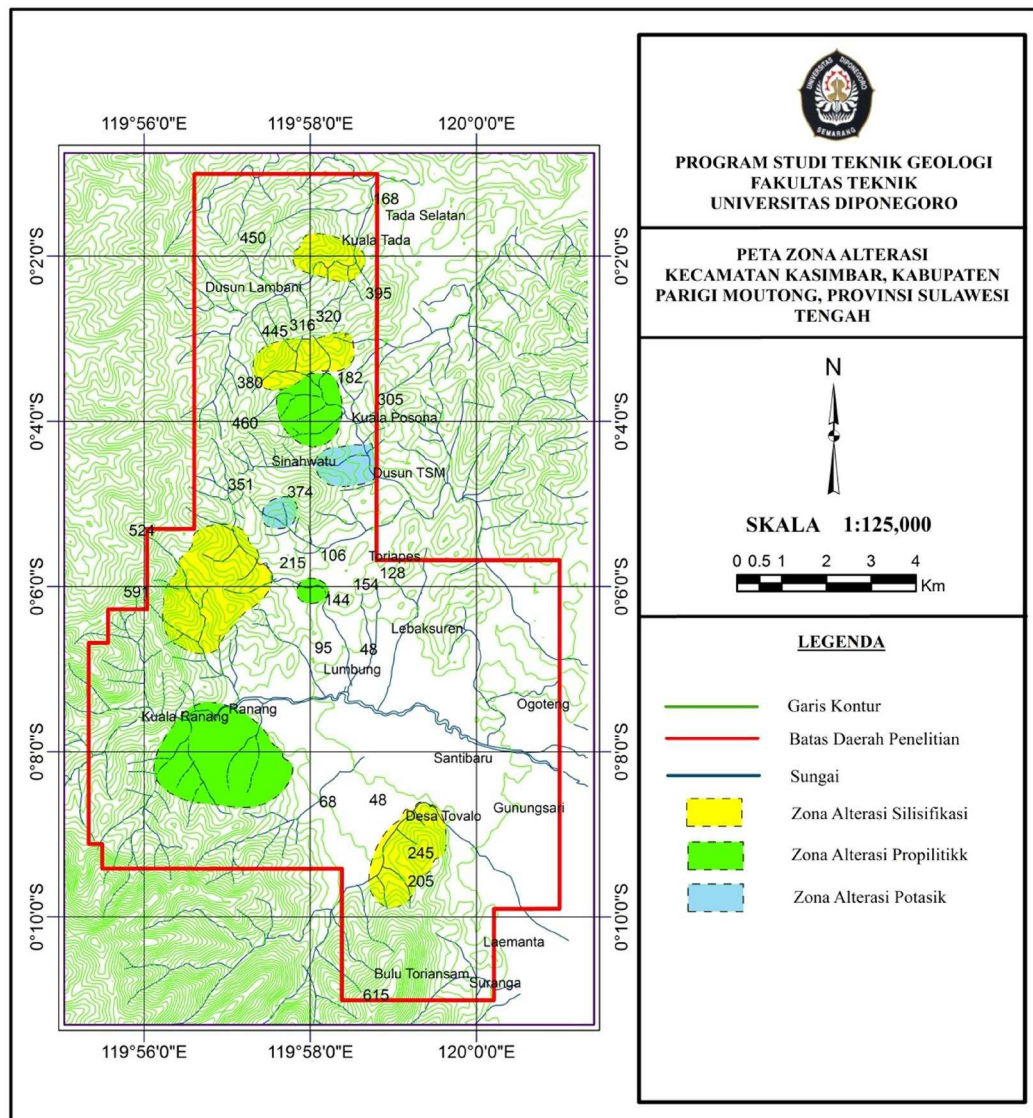
Gambar 13. Kenampakan mineral magnetit pada mineragrafi (a) sampel E/RS/12B; (b) sampel B/RS/05; (c) sampel D/RS/14A; (d) sampel C/RS/19



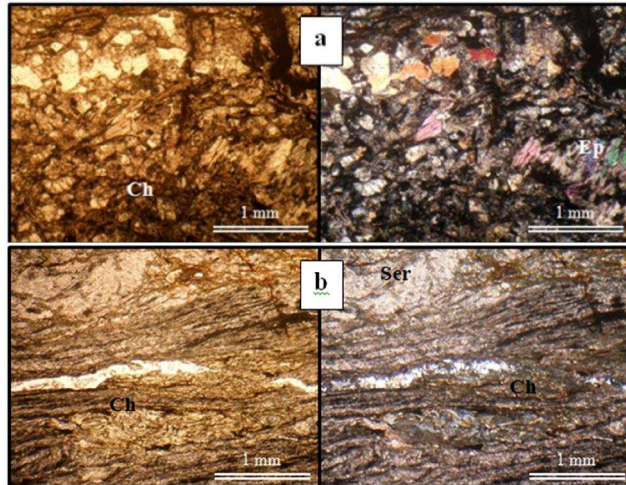
Gambar 14. Kenampakan mineral hematit pada mineragrafi (a) sampel C/RS/15A; (b) sampel A/RS/15



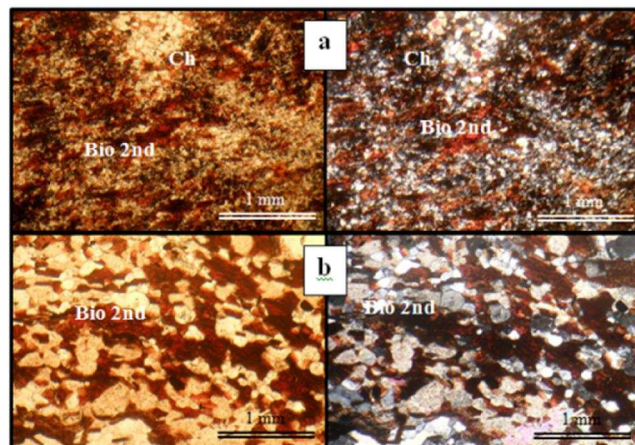
Gambar 15. Kenampakan mineral emas pada mineragrafi (a) sampel D/RS/16; (b) sampel D/RS/21; (c) sampel D/RS/14A; (d) sampel B/RS/05



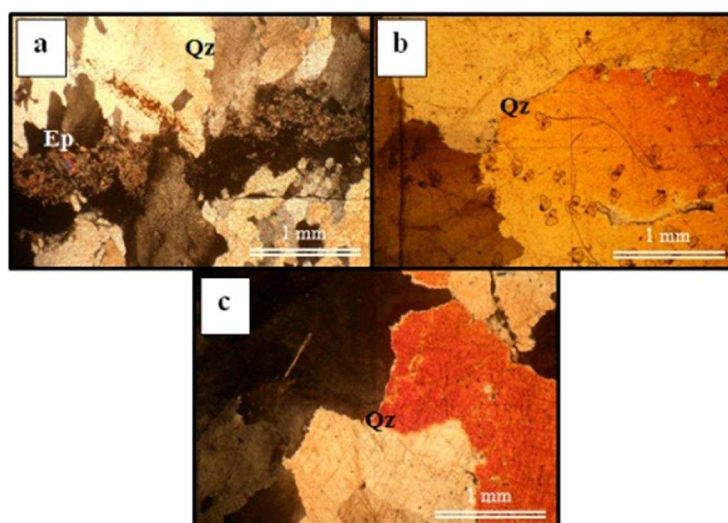
Gambar 16. Peta Zona Alterasi daerah penelitian



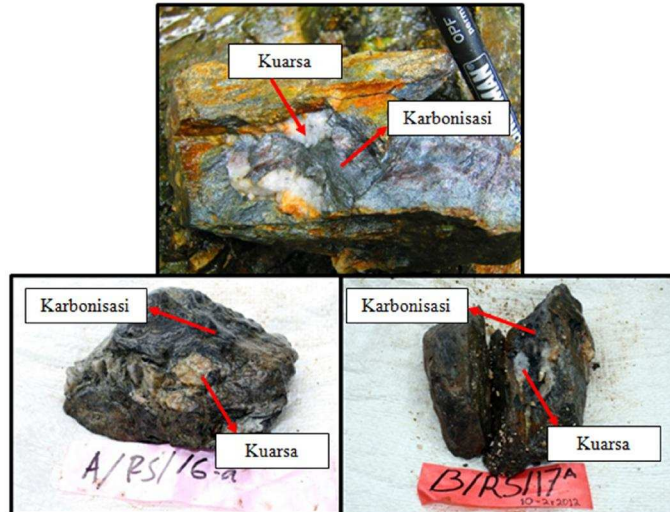
Gambar 17. Kenampakan alterasi yang menunjukkan zona propilitik pada (a) sampel B/RS/05, kiri nikol sejajar, kanan nikol bersilang; dan (b) sampel D/RS/18, kiri nikol sejajar, kanan nikol bersilang



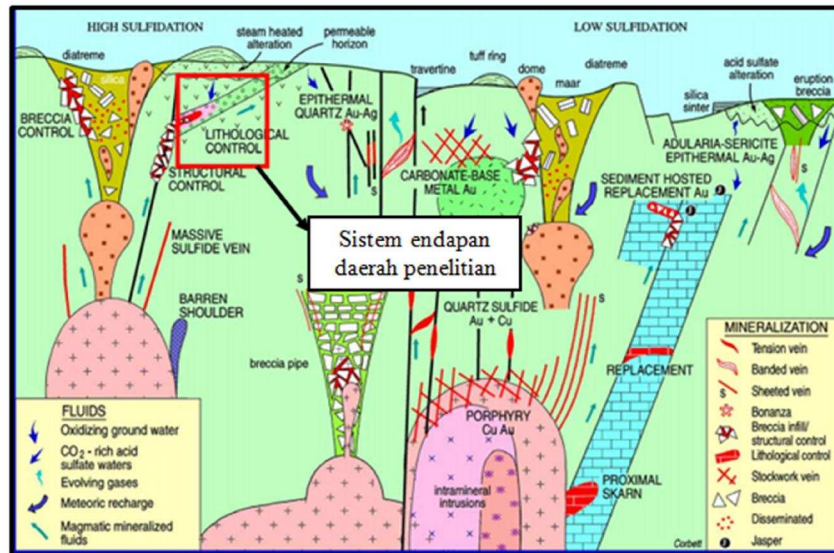
Gambar 18. Kenampakan alterasi yang menunjukkan zona potasik pada (a) sampel D/RS/15, kiri nikol sejajar, kanan nikol bersilang; dan (b) sampel A/RS/21, kiri nikol sejajar, kanan nikol bersilang



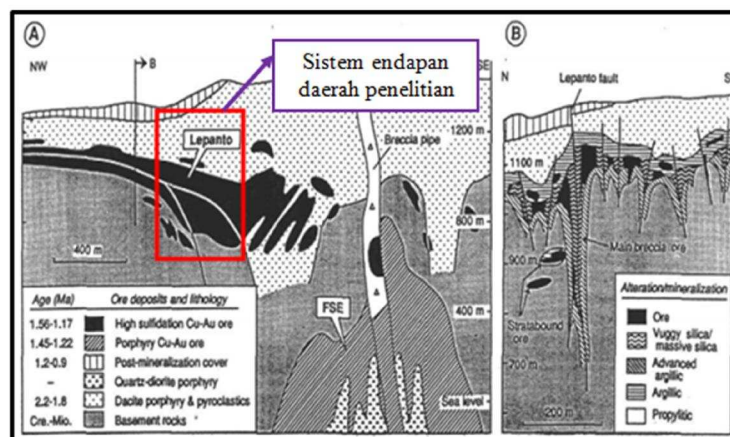
Gambar 19. Kenampakan alterasi yang menunjukkan zona silisifikasi pada (a) urat kuarsa granit C/RS/06; (b) urat kuarsa granit C/RS/13A; (c) urat kuarsa metabasalt E/RS/22



Gambar 20. Karbonisasi di sekitar urat kuarsa pada filit



Gambar 21. Model Endapan Epitermal (Corbett, 2002)



Gambar 22. Penampang sejajar (a) dan penampang melintang (b) Endapan Lepanto-FSE Cu-Au-Ag (Filipina), menunjukkan control struktur pada pembentukan tipe endapan HS dan porfiri (Arribas, 1995)